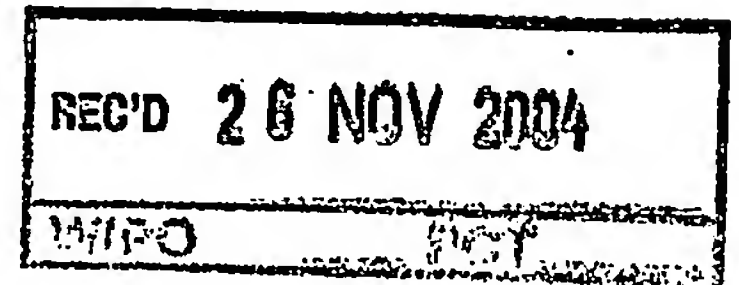


# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

17. 11. 2004



EP04/11637



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 103 50 795.7

**Anmeldetag:** 29. Oktober 2003

**Anmelder/Inhaber:** DaimlerChrysler AG,  
70567 Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Direkteinspritzende Brennkraftmaschine

**IPC:** F 02 B, F 02 F

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 04. November 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Schäfer

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

**BEST AVAILABLE COPY**

DaimlerChrysler AG

Aifan

29.10.2003

Direkteinspritzende Brennkraftmaschine

5 Die Erfindung betrifft eine direkteinspritzende Brennkraftmaschine mit wenigstens einem Zylinder, welcher einen Brennraum aufweist und in welchem ein Kolben eine Oszillationsbewegung ausführt, nach der im Oberbegriff von Anspruch 1 näher definierten Art.

10

Eine gattungsgemäße Brennkraftmaschine ist aus der US 2002/0117146 A1 bekannt. Hierbei wird der Kraftstoff unter einem relativ steilen Einspritzwinkel in den Brennraum eingespritzt und die Kolbenmulde ist zumindest teilweise an den  
15 Einspritzwinkel angepasst.

Bei einer in der DE 196 49 052 A1 beschriebenen Brennkraftmaschine ist ebenfalls eine besondere Form der Kolbenmulde vorgesehen, um eine zusätzliche Reduzierung der von der Brennkraftmaschine ausgestoßenen Schadstoffe zu erreichen.  
20

Wenn beim Betrieb einer Brennkraftmaschine, insbesondere einer Dieselmotorkraftmaschine, eine frühe Homogenisierung innerhalb des Brennraums erreicht werden soll, so müssen Einspritzzeitpunkte von ca. 130 bis 30° vor dem oberen Totpunkt des Kolbens gewählt werden, da zu diesem Zeitpunkt der Brennraumdruck noch relativ gering ist, sodass der eingespritzte Kraftstoff sehr tief in den Brennraum eindringen kann. Um ein Auftreffen des Einspritzstrahls auf die Zylinderwandung bzw.  
25 die Laibung zu verhindern, sollte ein möglichst steiler Einspritzwinkel an der Einspritzdüse gewählt werden, um eine  
30

möglichst große freie Strahllänge zu gewährleisten. Dies erfordert auch, dass die Form der Kolbenmulde an diese Einspritzung angepasst ist, wie dies beispielsweise bei der US 2002/0117146 A1 der Fall ist.

5

Da es jedoch nicht möglich ist, die Brennkraftmaschine über ihr gesamtes Kennfeld mit einem homogenen Brennverfahren zu betreiben, muss die Kolbenmulde sowohl für die homogene als auch für die konventionelle Gemischbildung konzipiert sein.

10 Dies ist bei bekannten Lösungen nicht problemlos möglich.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine direkt-einspritzende Brennkraftmaschine zu schaffen, bei welcher die Form der Kolbenmulde so ausgebildet ist, dass die Brennkraft-  
15 maschine sowohl mit einem homogenen als auch mit einem konventionellen Brennverfahren betrieben werden kann.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die in Anspruch 1 genannten Merkmale gelöst.

20

Die erfindungsgemäße Lösung stellt sicher, dass der Einspritzstrahl stets so auf der Kolbenmulde auftrifft, dass sich der eingespritzte Kraftstoff optimal mit der in dem Brennraum sich befindlichen Luft vermischen kann, und zwar  
25 unabhängig vom Zeitpunkt der Einspritzung. Insbesondere die Tatsache, dass ein zum spätest möglichen Zeitpunkt eingespritzter Einspritzstrahl stets auf die sich an die Erhebung anschließende Fläche auftrifft, stellt sicher, dass der Impuls des auftreffenden Einspritzstrahls nicht vernichtet  
30 wird, wodurch er nicht mehr optimal zur Gemischbildung verwendet werden könnte, was wiederum erhöhte Schwarzrauchbildung nach sich ziehen würde.

Auf diese Weise ergibt sich eine Brennkraftmaschine, welche  
35 problemlos sowohl mit einem homogenen als auch mit einem konventionellen Brennverfahren betrieben werden kann.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen. Nachfolgend ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnung prinzipmäßig dargestellt.

5    Dabei zeigen:

10    Fig. 1 eine erfindungsgemäße Brennkraftmaschine mit einem in einem Brennraum derselben oszillierenden Kolben und mit einem auf einer Kolbenmulde des Kolbens auftretenden Einspritzstrahl;

Fig. 2 die Gestaltung der Kolbenmulde des Kolbens aus Fig. 1 in einem ersten Bereich;

15    Fig. 3 die Gestaltung der Kolbenmulde des Kolbens aus Fig. 1 in einem zweiten Bereich;

Fig. 4 die Gestaltung der Kolbenmulde des Kolbens aus Fig. 1 in einem dritten Bereich;

20    Fig. 5 die Ablenkung des eingespritzten Kraftstoffstrahls in dem in Fig. 4 dargestellten Bereich der Kolbenmulde;

25    Fig. 6 die Gestaltung der Kolbenmulde des Kolbens aus Fig. 1 in einem vierten Bereich;

Fig. 7 die Lufterfassung in einem sechsten Bereich der Kolbenmulde;

30    Fig. 8 eine erste Ausführungsform eines fünften Bereichs eines Kolbens aus Fig. 1;

Fig. 9 eine zweite Ausführungsform eines fünften Bereichs eines Kolbens aus Fig. 1; und

35    Fig. 10 eine dritte Ausführungsform eines fünften Bereichs eines Kolbens aus Fig. 1.

Fig. 1 zeigt eine Brennkraftmaschine 1, welche ein Kurbelgehäuse 2 und einen Zylinderkopf 3 aufweist. Innerhalb des Kurbelgehäuses 2 der Brennkraftmaschine 1 befindet sich wenigstens ein Zylinder 4, welcher einen Brennraum 5 aufweist und in welchem ein Kolben 6 in an sich bekannter Weise eine Oszillationsbewegung ausführt. In dem Zylinderkopf 3 ist eine Einspritzdüse 7 angeordnet, welche mehrere Einspritzöffnungen 8 aufweist, aus denen ein Einspritzstrahl 9 austritt. Der Öffnungswinkel  $\alpha$  des Einspritzstrahls 9 ist im vorliegenden Fall relativ steil und liegt in einem Bereich zwischen  $50^\circ$  und  $120^\circ$ . Auf diese Weise wird also Kraftstoff direkt in den Brennraum 5 eingespritzt, sodass es sich um eine direkt einspritzende Brennkraftmaschine 1 handelt.

15

In Fig. 1 sind zwei unterschiedliche Einspritzstrahlen abgebildet, nämlich ein Einspritzstrahl 9a, welcher sich ergibt, wenn sich der Kolben 6 in einem oberen Totpunkt befindet, und ein Einspritzstrahl 9b, der sich bei einer Kraftstoffeinspritzung zum spätest möglichen Einspritzzeitpunkt ergibt. Die Einspritzstrahlen 9a und 9b sind jeweils lediglich als Achsen eines sich innerhalb des Brennraumes 5 verteilenden Einspritzkegels dargestellt.

25

Der Kolben 6 weist an seiner dem Zylinderkopf 3 zugewandten Seite eine Kolbenmulde 10 auf. In den nachfolgenden Figuren wird die Kontur der Kolbenmulde 10 sowie deren Anpassung an die Einspritzstrahlen 9 näher erläutert, wobei in den einzelnen Figuren aus Übersichtlichkeitsgründen jeweils nur diejenigen Bezugszeichen angegeben sind, die für die Beschreibung der jeweiligen Figur relevant sind. Die Kolbenmulde 10 ist bei allen Figuren identisch.

35

Wie in Fig. 2 erkennbar ist, weist die Kolbenmulde 10 in ihrem zentralen Bereich eine sich in Richtung des Zylinderkopfes 3 erstreckende Erhebung 11 auf. Die Erhebung 11 weist hierbei einen Winkel  $\beta$  gegenüber der Achse des Kolbens auf,



der kleiner als der halbe Einspritzwinkel  $\alpha$  ist, so dass der äußerste Rand des hier als Mittelachse dargestellten Einspritzstrahls 9a nicht mit der Erhebung 11 in Berührung kommt.

5

Wie in Fig. 2 und Fig. 3 zu erkennen, schließt sich in Richtung eines Muldenrandes 12, also dem Ende der Kolbenmulde 10, eine Fläche 13 an die Erhebung 11 an, welche mit der Erhebung 11 über einen Radius 14 derart verbunden ist, dass der zum  
10 frühest möglichen Zeitpunkt eingespritzte Einspritzstrahl 9a an einem Auftreffpunkt 15 auf die Fläche 13 auftrifft und sich sowohl in Richtung der Erhebung 11 als auch in Richtung des Muldenrandes 12 verteilt. Diese Verteilung des Einspritzstrahls 9a ist wichtig, um den Kraftstoff möglichst gut mit  
15 der sich in dem Brennraum 5 befindlichen Luft zu vermischen. Durch den oben beschriebenen steileren Winkel  $\beta$  der Erhebung 11 im Vergleich mit dem Einspritzwinkel  $\alpha$  ist in dem Bereich von dem Auftreffpunkt 15 des Einspritzstrahls 9a auf der Fläche 13 zu der Erhebung 11 noch genügend Freiraum, so dass  
20 sich die in Richtung der Erhebung 11 abgelenkte Kraftstoffmenge gut verteilen kann. Der in Richtung der Erhebung 11 abgelenkte Kraftstoff ist mit dem Pfeil 16 bezeichnet, wohingegen der in Richtung des Muldenrandes 12 abgelenkte Kraftstoff mit dem Pfeil 17 bezeichnet ist. Es ist hier zu erkennen,  
25 dass die in Richtung des Muldenrandes 12 gelenkte bzw. verteilte Kraftstoffmenge größer ist als die in Richtung der Erhebung 11 abgelenkte Kraftstoffmenge. Der Radius 14 sollte in diesem Zusammenhang so gewählt werden, dass eine Stauung des rückströmenden Kraftstoffs vermieden wird.

30

In Fig. 4 ist zu erkennen, dass die sich in Richtung des Muldenrandes 12 an die Erhebung 11 anschließende Fläche 13 im wesentlichen eben ausgebildet ist und eine Steigung in Richtung des Muldenrandes 12 aufweist. Mit anderen Worten, die  
35 Fläche 13 bildet eine Ebene, die über die gesamte maximale Einspritzdauer in einem konstanten Winkel  $\gamma$  zu dem Einspritzstrahl 9 steht. Der Winkel  $\gamma$  kann in Abhängigkeit der erfor-

derlichen Impulsablenkung eines in diesem Fall im mittleren Bereich der Fläche 13 auftreffenden Einspritzstrahls 9c verändert werden, wobei der Hauptimpuls, wie bereits oben erwähnt, in Richtung des Muldenrandes 12 erfolgt. Gegebenenfalls kann es auch sinnvoll sein, die sich in Richtung des Muldenrandes 12 an die Erhebung 11 anschließende Fläche 13 gekrümmt auszuführen.

In Fig. 5 ist anhand von Pfeilen 18 und 19 dargestellt, dass auf diese Weise während der gesamten Kraftstoffeinspritzung ein geringerer Anteil des Einspritzstrahls 9 in Richtung der Erhebung 11 und ein größerer Anteil in Richtung des Muldenrandes 12 geleitet wird. Der Pfeil 18 zeigt hierbei die in Richtung der Erhebung 11 geleitete Kraftstoffmenge, wohingegen der Pfeil 19 die in Richtung des Muldenrandes 12 geleitete Kraftstoffmenge zeigt.

Der Abstand der Fläche 13 zu der Einspritzdüse 7 sollte so gewählt werden, dass der Einspritzstrahl 9 eine ausreichend freie Strahllänge und somit eine optimale Strahlgeschwindigkeit und den optimalen Impuls erreichen kann. Je nach Anzahl der Einspritzöffnungen 8 der Einspritzdüse 7 ist eine Interaktion des an der Kolbenmulde 10 abgelenkten Kraftstoffs zwischen zwei Einspritzstrahlen 9 möglich, was zusätzlich zur Lufterfassung in dem Brennraum 5 beiträgt. Zusätzlich kann die Aufteilung des Kraftstoffs auch durch Drall unterstützt werden.

In Fig. 6 ist der zum spätest möglichen Zeitpunkt eingespritzte Einspritzstrahl 9b dargestellt. Dabei ist erkennbar, dass die Fläche 13 eine derartige Erstreckung in Richtung des Muldenrandes 12 aufweist, dass der zum spätest möglichen Zeitpunkt eingespritzte Einspritzstrahl 9b auf die Fläche 13 auftrifft. Auch in diesem Bereich ist die Fläche 13 derart ausgeführt, dass der Einspritzstrahl 9b sich sowohl in Richtung der Erhebung 11 als auch in Richtung des Muldenrandes 12 verteilt. Die sich in Richtung der Erhebung 11 verteilende

Kraftstoffmenge ist mit eine Pfeil 20 und die sich in Richtung des Muldenrandes 12 verteilende Kraftstoffmenge mit einem Pfeil 21 bezeichnet. Auf diese Weise wird ein senkrechtes Auftreffen des Einspritzstrahls 9 auf der Kolbenmulde 10 verhindert und es wird gewährleistet, dass der Impuls des Einspritzstrahls 9b erhalten bleibt.

Aus Fig. 7 geht hervor, dass sich an die Fläche 13 eine mit dem Muldenrand 12 über einen Radius 22 verbundene Fläche 23 anschließt. An dem Muldenrand 12 entsteht ein sogenannter Quetschspaltbereich 24 an bzw. oberhalb einer oberen Fläche 25 des Kolbens 6, der das Kraftstoff-Luft-Gemisch im Randbereich in Richtung der Kolbenmulde 10 quetscht und auf diese Weise die Emission von Kohlenwasserstoffen und Kohlenmonoxid reduziert. Der Quetschspaltbereich 24 sollte nicht zu groß gewählt werden, da auch in diesem Bereich eine Lufterfassung erforderlich ist. Die Fläche 23 trägt dazu bei, dass der dem Pfeil 21 folgende Kraftstoffstrahl so abgelenkt wird, dass ein vermehrter Eintrag von Kraftstoff in den Quetschspaltbereich 24 verhindert wird.

In den Figuren 8, 9 und 10 sind verschiedene Anbindungen der Fläche 23 an die obere Fläche 25 des Kolbens 6 dargestellt.

Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 8 bildet die mit dem Muldenrand 12 verbundene Fläche 23 einen spitzen Winkel mit der oberen Fläche 25 des Kolbens 6. Hierdurch kann die Zuführung von Kraftstoff an eine nicht dargestellte Glühkerze oder Zündkerze verbessert werden.

Bei der Ausführung gemäß Fig. 9 geht die Fläche 23 in einem Radius 26 in die obere Fläche 25 des Kolbens 6 über.

In Fig. 10 ist eine Ausführung dargestellt, bei welcher die mit dem Muldenrand 12 verbundene Fläche 23 einen stumpfen Winkel mit der oberen Fläche 25 des Kolbens 6 bildet.



DaimlerChrysler AG

Aifan

29.10.2003

Patentansprüche

- 5 1. Direkteinspritzende Brennkraftmaschine mit wenigstens einem Zylinder, welcher einen Brennraum aufweist und in welchem ein Kolben eine Oszillationsbewegung ausführt, und mit einer Einspritzdüse zur Einspritzung von Kraftstoff in den Brennraum, wobei der Kolben eine Kolbenmulde
- 10 aufweist, welche in ihrem zentralen Bereich eine sich in Richtung eines Zylinderkopfes erstreckende Erhebung aufweist,
- d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
- 15 dass eine sich in Richtung des Muldenrandes (12) an die Erhebung (11) anschließende Fläche (13) der Kolbenmulde (10) mit der Erhebung (11) über einen Radius (14) derart verbunden ist, dass ein in diesem Bereich auftreffender, zum frühest möglichen Zeitpunkt eingespritzter Einspritzstrahl (9a) sich sowohl in Richtung der Erhebung (11) als
- 20 auch in Richtung des Muldenrandes (12) verteilt, und dass die sich in Richtung des Muldenrandes (12) an die Erhebung (11) anschließende Fläche (13) eine derartige Erstreckung in Richtung des Muldenrandes (12) aufweist, dass ein zum spätest möglichen Zeitpunkt eingespritzter
- 25 Einspritzstrahl (9b) auf die Fläche (13) auftrifft, wobei sich der zum spätest möglichen Zeitpunkt eingespritzte Einspritzstrahl (9b) sowohl in Richtung der Erhebung (11) als auch in Richtung des Muldenrandes (12) verteilt.
- 30 2. Direkteinspritzende Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass sich an die sich in Richtung des Muldenrandes (12) an die Erhebung (11) anschließende Fläche (13) eine mit dem Muldenrand (12) verbundene Fläche (23) anschließt.

- 5 3. Direkteinspritzende Brennkraftmaschine nach Anspruch 2,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass die mit dem Muldenrand (12) verbundene Fläche (23)  
über einen Radius (22) mit der sich in Richtung des Mul-  
denrandes (12) an die Erhebung (11) anschließende Fläche  
10 (13) verbunden ist.
4. Direkteinspritzende Brennkraftmaschine nach Anspruch 2 o-  
der 3,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
15 dass die mit dem Muldenrand (12) verbundene Fläche (23)  
einen spitzen Winkel mit der oberen Fläche (25) des Kol-  
bens (6) bildet.
5. Direkteinspritzende Brennkraftmaschine nach Anspruch 2 o-  
20 der 3,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass die mit dem Muldenrand (12) verbundene Fläche (23)  
einen stumpfen Winkel mit der oberen Fläche (25) des Kol-  
bens (6) bildet.
- 25 6. Direkteinspritzende Brennkraftmaschine nach einem der An-  
sprüche 2 bis 5,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass die mit dem Muldenrand (12) verbundene Fläche (23)  
30 in einem Radius (26) in die obere Fläche (25) des Kol-  
bens (6) übergeht.
7. Direkteinspritzende Brennkraftmaschine nach einem der An-  
sprüche 1 bis 6,  
35 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass die sich in Richtung des Muldenrandes (12) an die

Erhebung (11) anschließende Fläche (13) eine Steigung in Richtung des Muldenrandes (12) aufweist.

5 8. Direkteinspritzende Brennkraftmaschine nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die sich in Richtung des Muldenrandes (12) an die Erhebung (11) anschließende Fläche (13) im wesentlichen eben ausgebildet ist.

10 9. Direkteinspritzende Brennkraftmaschine nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die sich in Richtung des Muldenrandes (12) an die Erhebung (11) anschließende Fläche (13) gekrümmt ausgebildet ist.

15 10. Direkteinspritzende Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Einspritzwinkel ( $\alpha$ ) der Einspritzdüse (7) zwischen 50° und 120° beträgt.

20

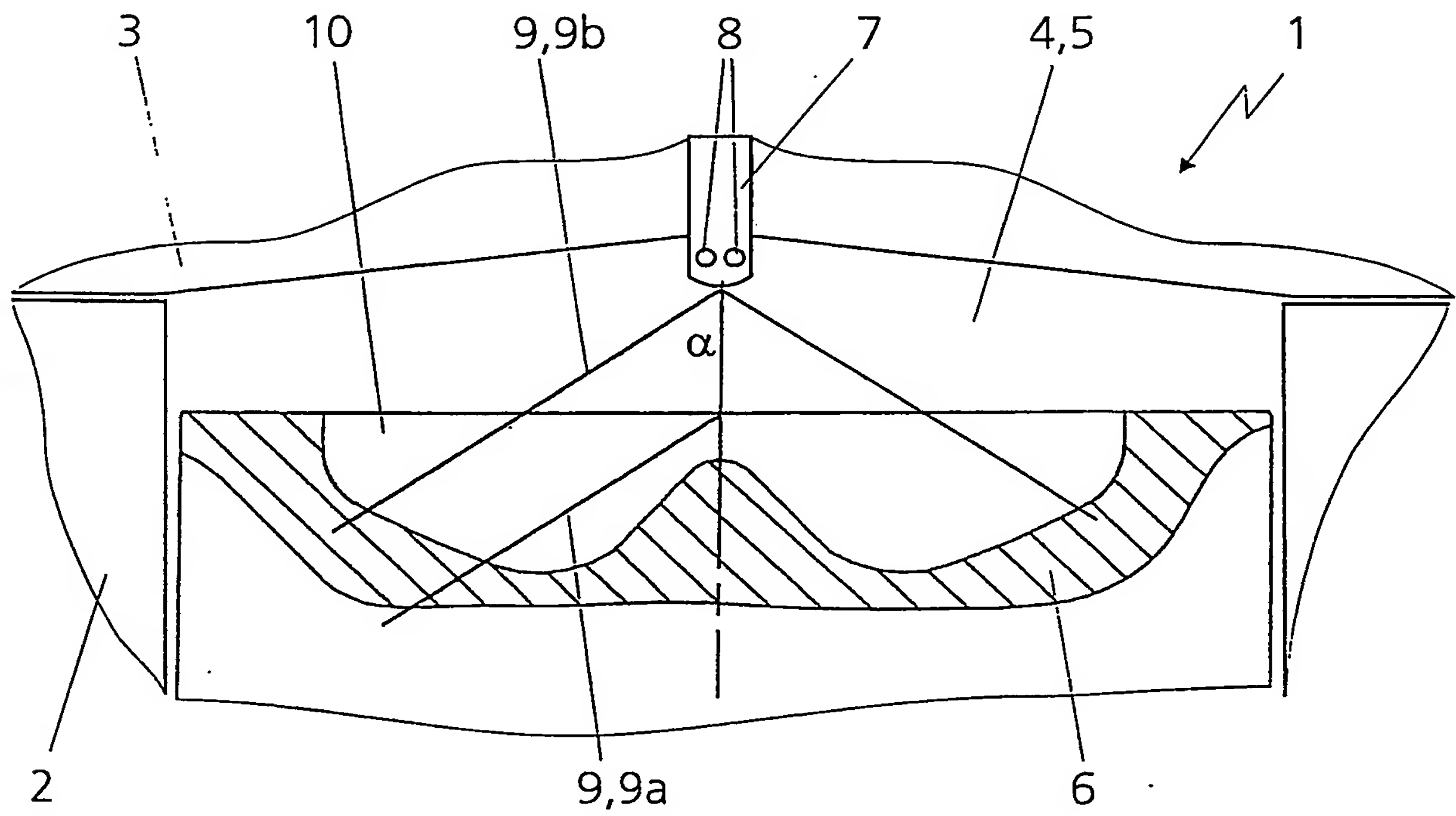


Fig. 1

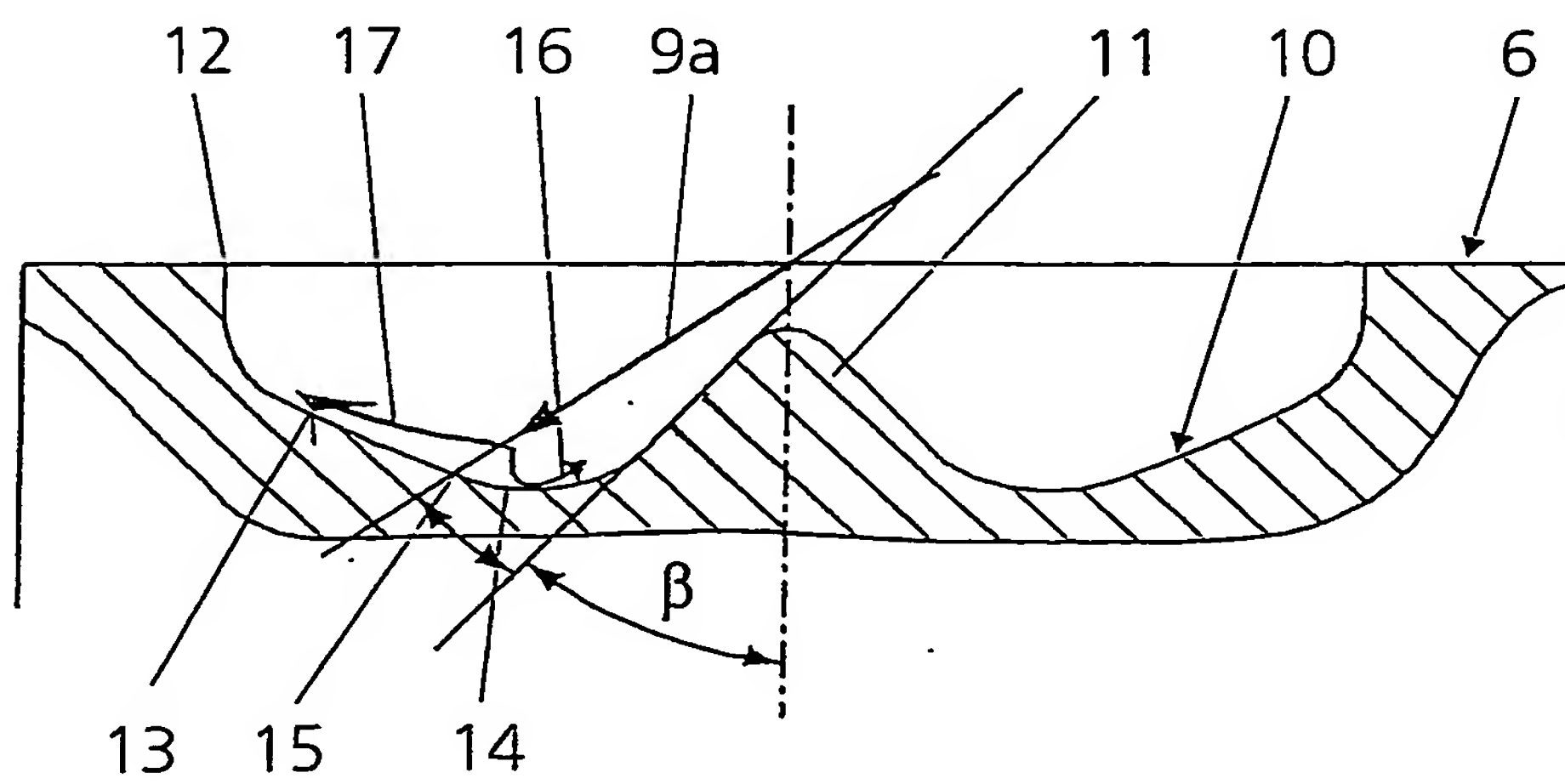
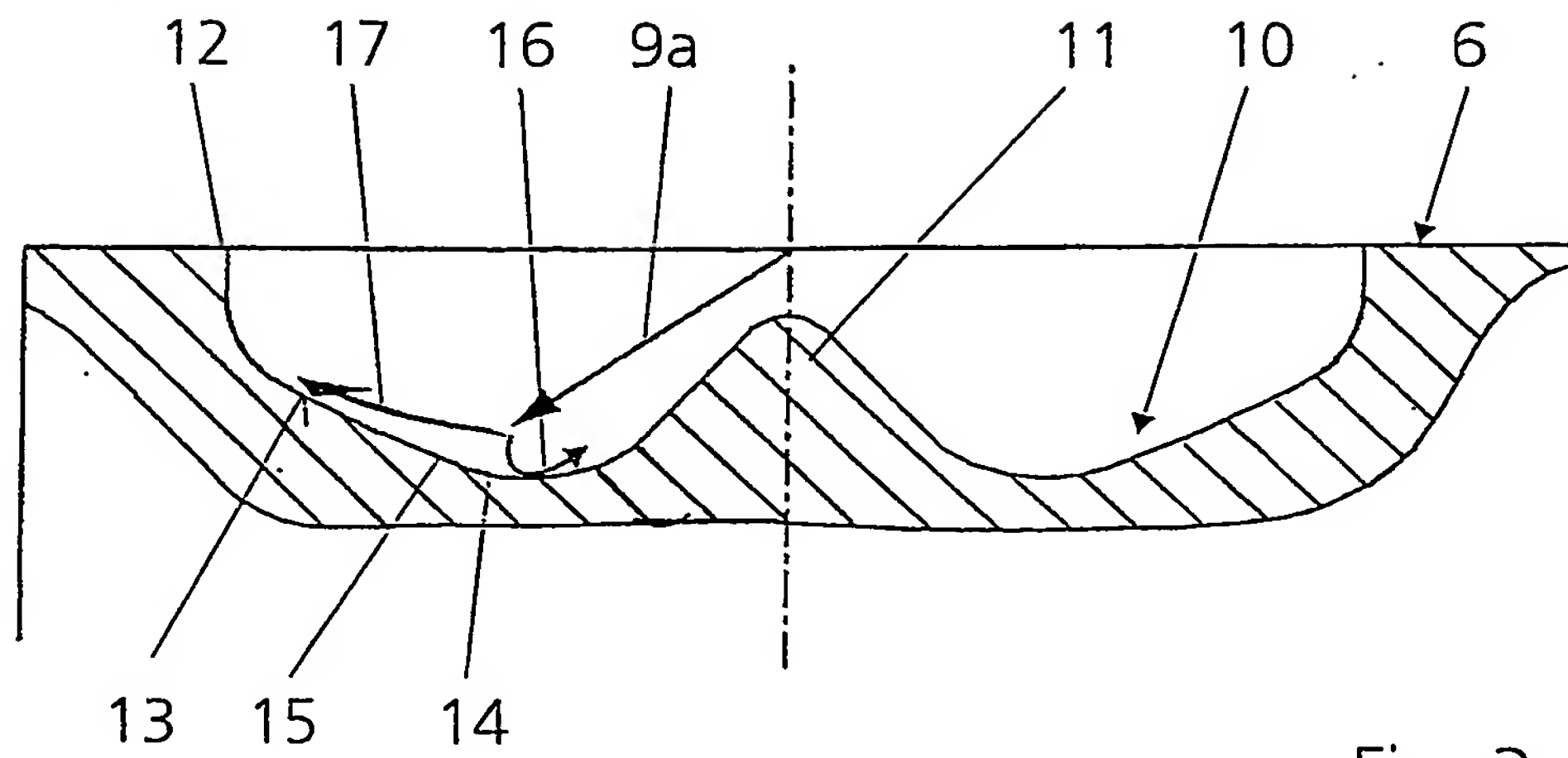
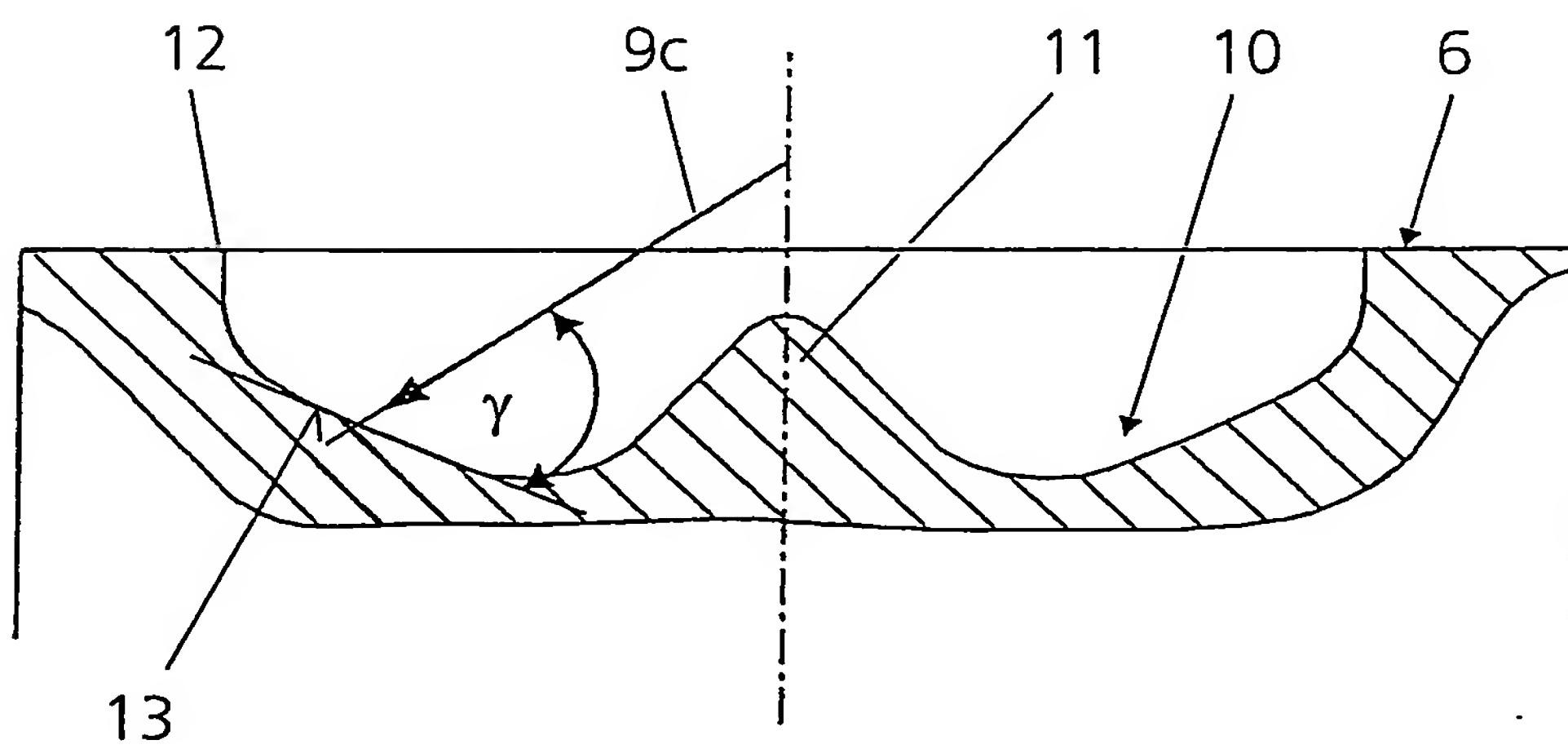
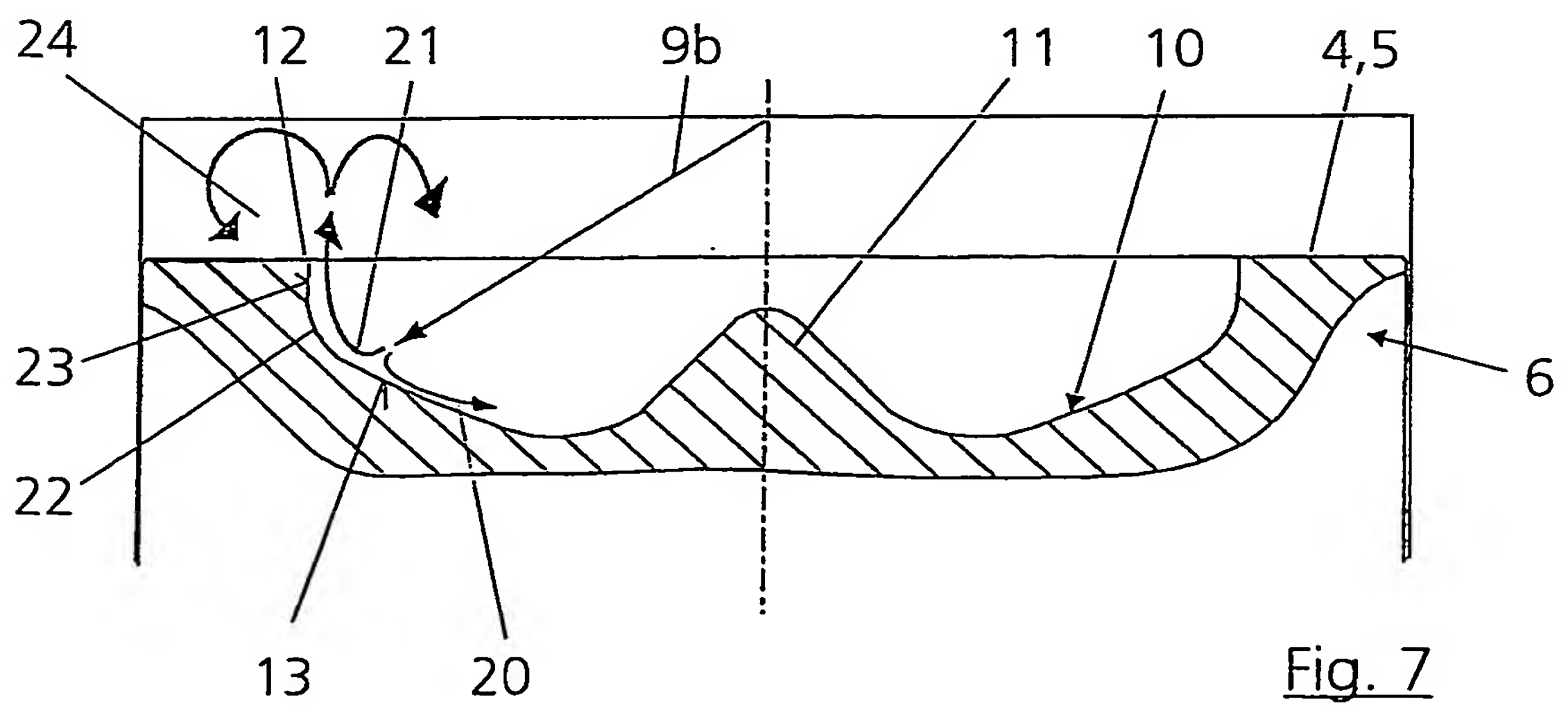
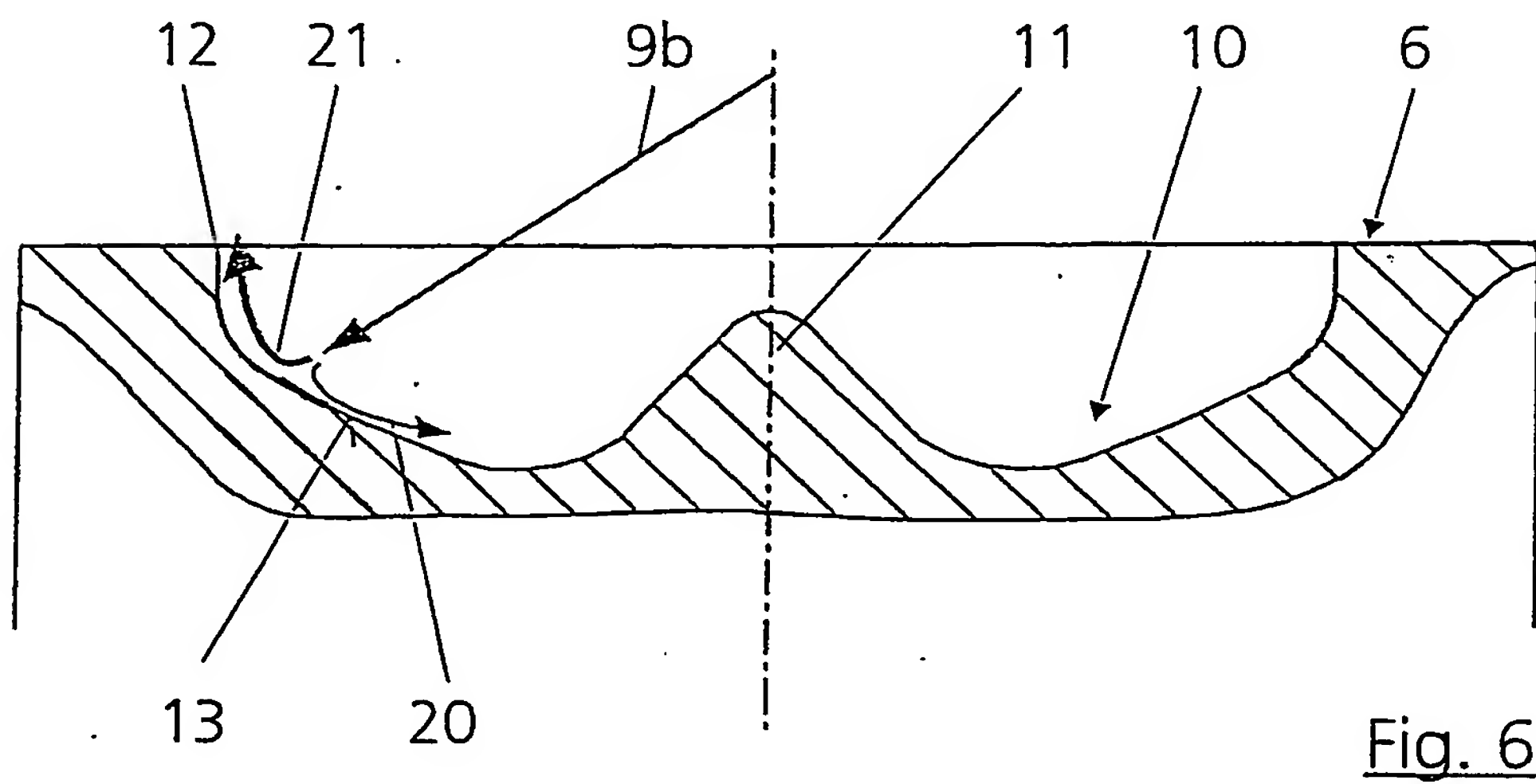
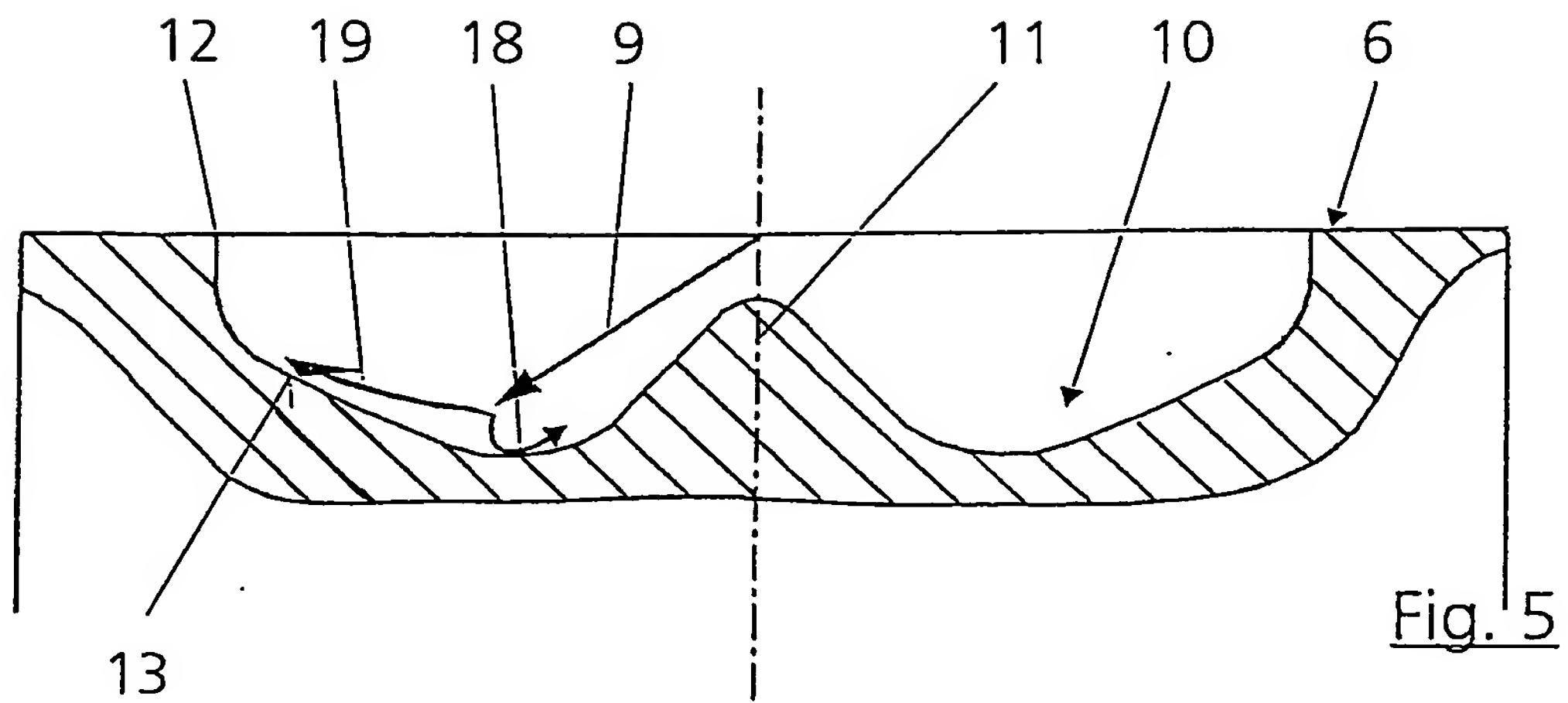
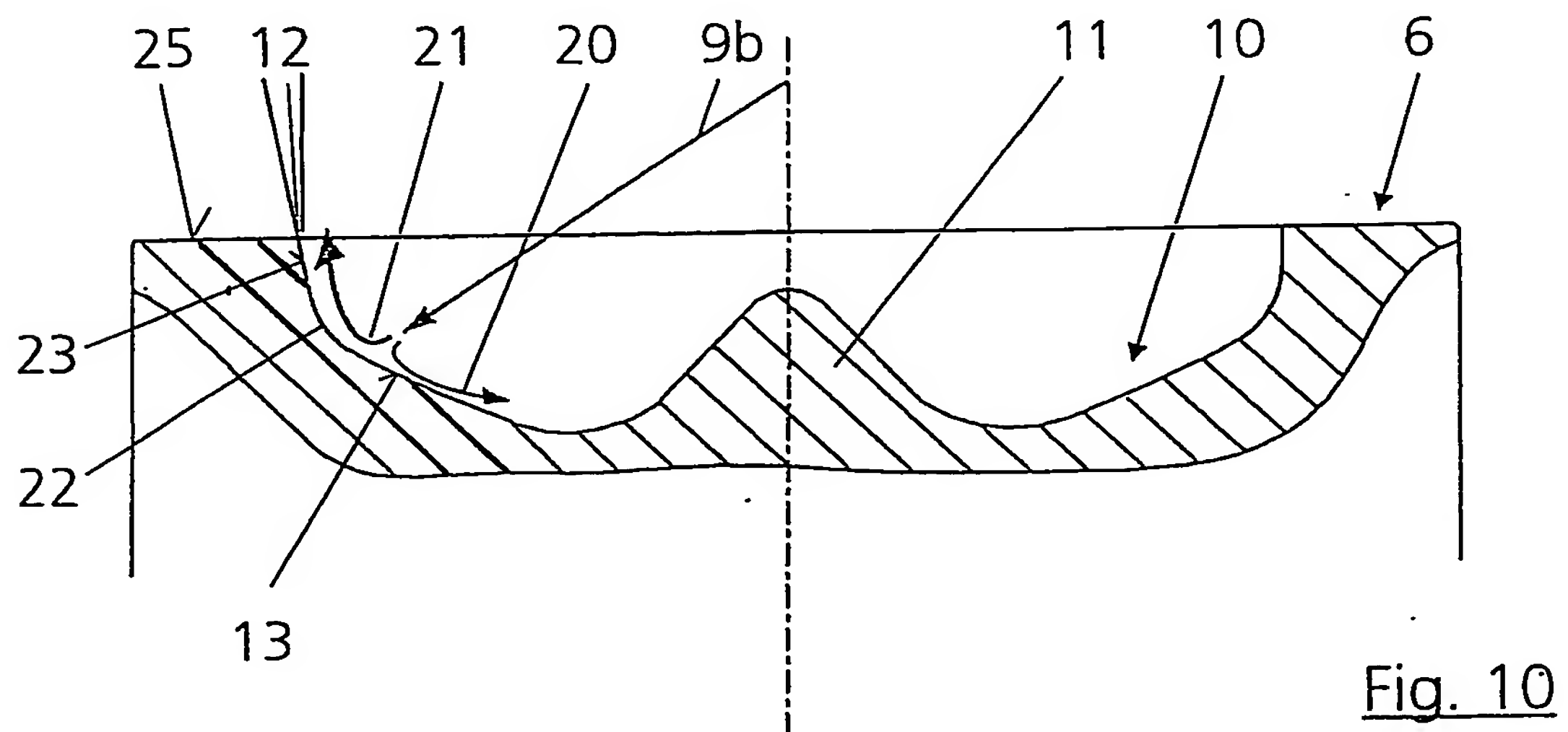
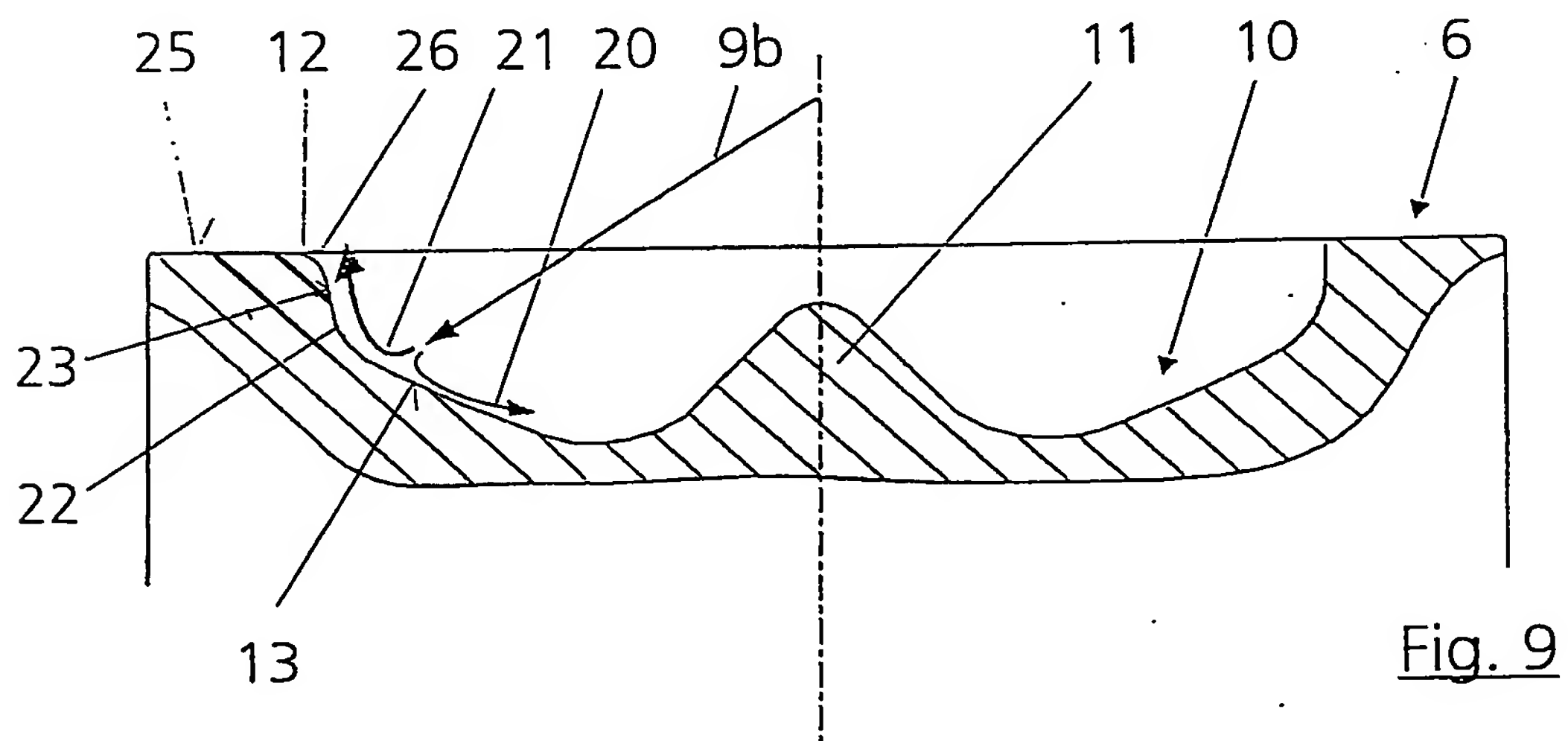
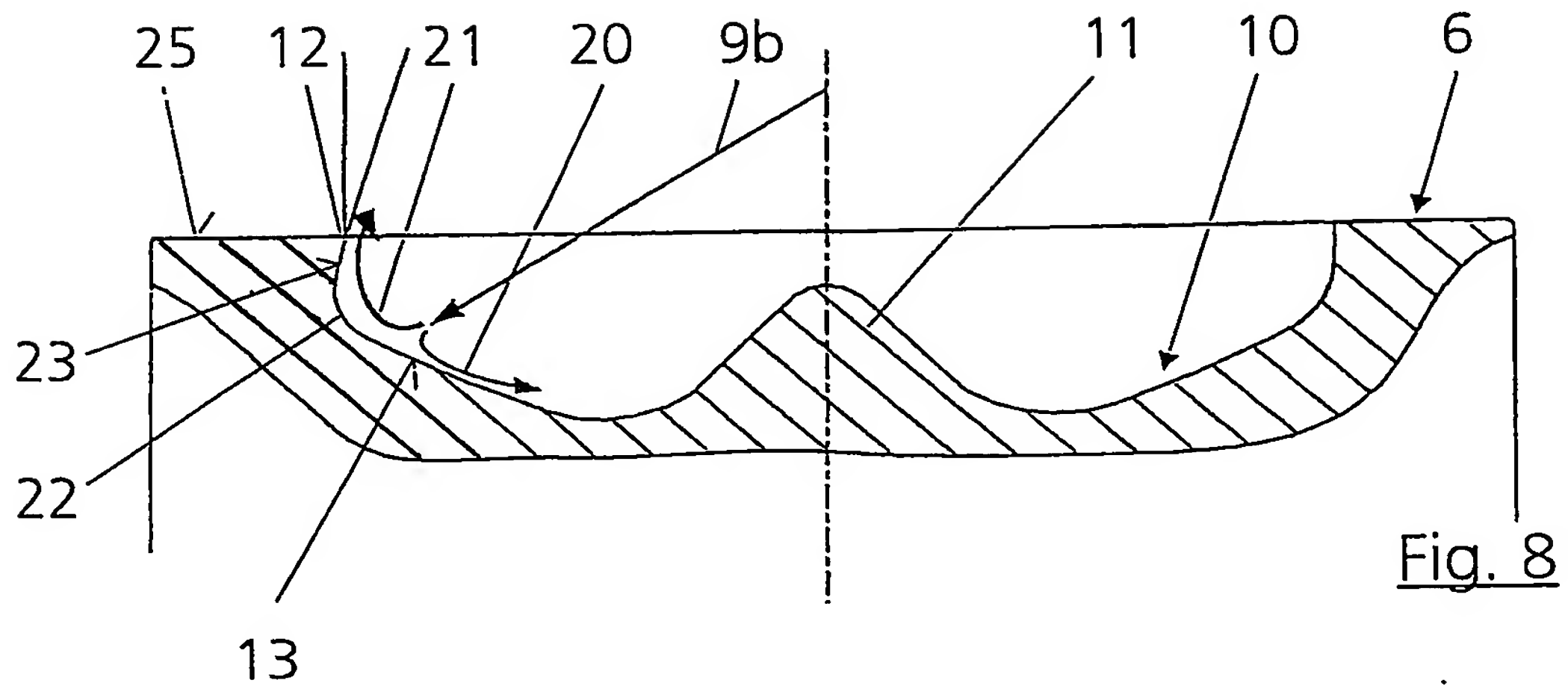


Fig. 2

Fig. 3Fig. 4







DaimlerChrysler AG

Aifan

29.10.2003

Zusammenfassung

Eine direkteinspritzende Brennkraftmaschine (1) weist wenigstens einen Zylinder (4), welcher einen Brennraum (5) aufweist und in welchem ein Kolben (6) eine Oszillationsbewegung ausführt, eine Einspritzdüse (7) zur Einspritzung von Kraftstoff in den Brennraum (5) auf. Der Kolben (6) weist eine Kolbenmulde (10) auf, welche in ihrem zentralen Bereich eine sich in Richtung eines Zylinderkopfes (3) erstreckende Erhebung aufweist. Eine sich in Richtung des Muldenrandes (12) an die Erhebung (11) anschließende Fläche (13) der Kolbenmulde (10) ist mit der Erhebung (11) über einen Radius (14) derart verbunden, dass ein in diesem Bereich auftreffender, zum frühest möglichen Zeitpunkt eingespritzter Einspritzstrahl (9a) sich sowohl in Richtung der Erhebung (11) als auch in Richtung des Muldenrandes (12) verteilt. Die sich in Richtung des Muldenrandes (12) an die Erhebung (11) anschließende Fläche (13) weist eine derartige Erstreckung in Richtung des Muldenrandes (12) auf, dass ein zum spätest möglichen Zeitpunkt eingespritzter Einspritzstrahl (9b) auf die Fläche (13) auftrifft. Der zum spätest möglichen Zeitpunkt eingespritzte Einspritzstrahl (9b) verteilt sich sowohl in Richtung der Erhebung (11) als auch in Richtung des Muldenrandes (12).

25 (Fig. 1)

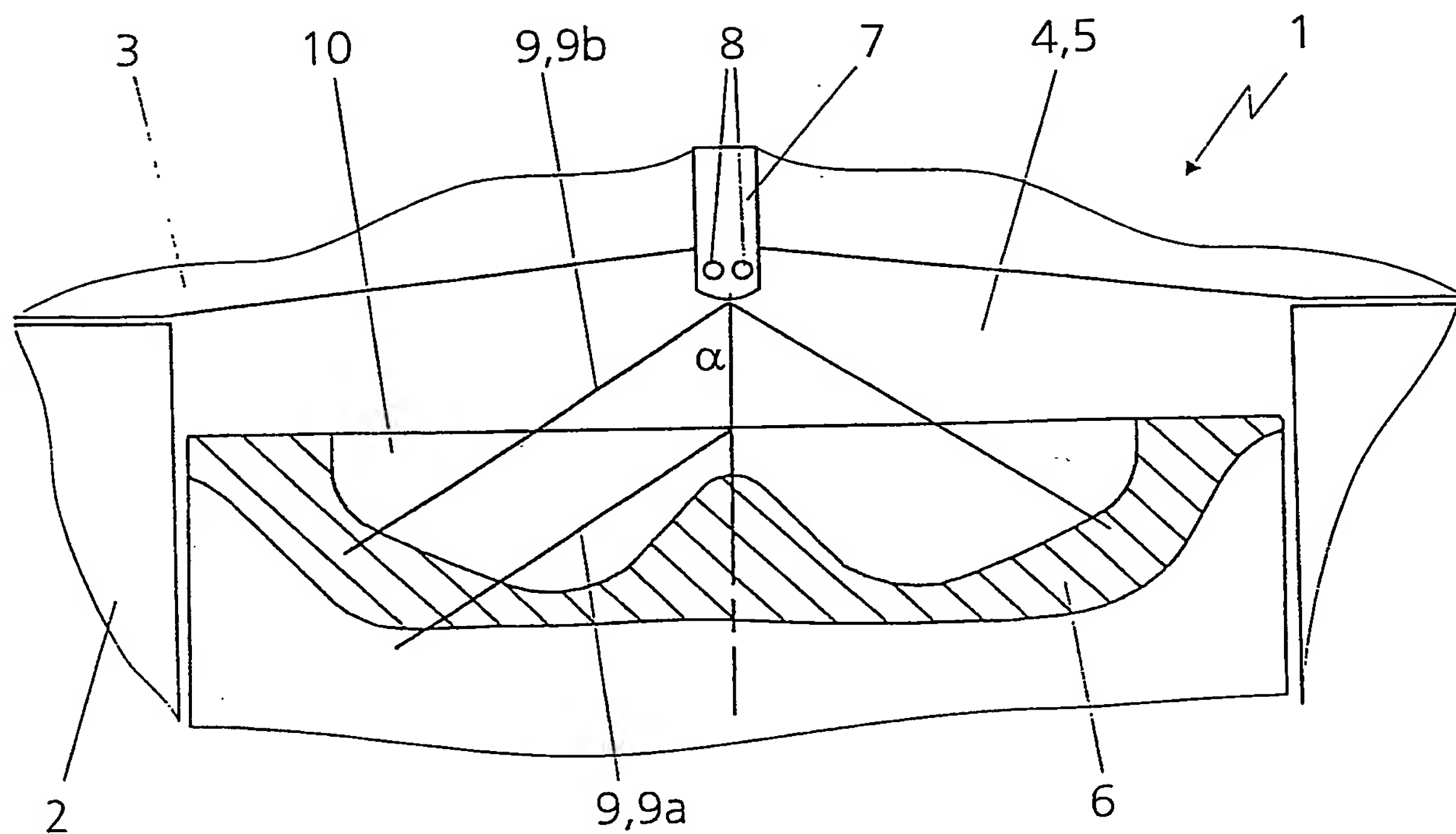


Fig. 1

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record.**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**